

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

# (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 102 01 873 A 1

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:

H 04 R 17/00

B 06 B 1/06

(21) Aktenzeichen: 102 01 873.1

(22) Anmeldetag: 18. 1. 2002

(43) Offenlegungstag: 31. 7. 2003

(71) Anmelder:

ContiTech LuftfederSysteme GmbH, 30165  
Hannover, DE

(72) Erfinder:

Reck, Siegfried, 31582 Nienburg, DE; Siebenhaar,  
Thomas, 96257 Redwitz, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

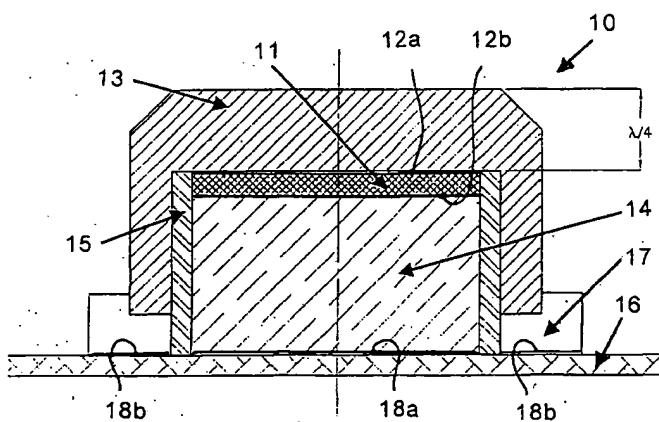
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Ultraschallwandler-Einrichtung mit Elektroden aus elektrisch leitenden Kunststoffen

(57) Eine Ultraschallwandlereinrichtung (10) besteht aus einem scheibenförmigen Piezokeramikelement (11), das auf seiner Oberseite mit einem  $\lambda/4$ -Anpassungskörper (13) und das auf seiner Unterseite mit einer Dämpfungsmasse (14) und einer Entkopplungsschicht (17) versehen ist.

Um Anschlusslitzen und die damit verbundenen Probleme zu vermeiden, sind die Kunststoffbauteile (13, 14, 17) die den piezoelektrischen Swinger (11) umgeben, elektrisch leitend gemacht und werden direkt zur Kontaktführung des Piezokeramikelements (11) genutzt.

Der Anpassungskörper (13) besteht vorzugsweise auf metallisierten Mikro-Glaskugeln, die mit Kunstharsz vermischt sind. Die Dämpfungsmasse (14) und die Entkopplungsschicht (17) können durch Zugabe von Leitfähigkeitsruß niederohmig gemacht und dienen als elektrische Anschlüsse. Durch Zugabe ferromagnetischer Partikel lässt sich die Schirmdämpfung gegen magnetische Wechselfelder verbessern.



BEST AVAILABLE COPY

DE 102 01 873 A 1

DE 102 01 873 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die im Oberbegriff des Anspruchs 1 umrissene gattungsgemäße Ultraschallwandler-Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem scheibenförmigen Piezokeramikelement, das durch Spannungsimpulse (Einzelimpuls oder Impulgruppe) zu Schwingungen hoher Frequenz angeregt wird. Dabei bestimmt die Dicke des Piezokeramikelements die Eigenfrequenz des Schwingers, und das Verhältnis zwischen dem Umfang und der Dicke der Wandlerscheibe bestimmt die Abstrahlcharakteristik.

[0002] Die akustische Impedanz des Piezokeramikelements liegt um fünf Zehnerpotenzen höher als die Impedanz der Luft bei Umgebungsdruck. Ohne eine geeignete Anpassung würden die Schallwellen innerhalb des Piezokeramikelements an der Grenzschicht zur Luft fast vollständig reflektiert und nur ein Bruchteil der Schallleistung an die Luft übertragen. Deshalb haben Ultraschallwandler eine sogenannte Anpassungsschicht, die häufig als Topf ausgebildet ist. Um eine Leistungsanpassung und damit eine optimale Signalübertragung zu erzielen, muss die Dicke der Anpassungsschicht genau ein Viertel der Wellenlänge betragen. Außerdem muss die akustische Impedanz des verwendeten Materials dem geometrischen Mittel aus den Impedanzen der Luft und der Piezokeramik entsprechen.

[0003] Die Abb. 2 zeigt schematisch den Aufbau einer gattungsgemäßen Ultraschallwandler-Einrichtung 20 nach dem Stand der Technik (siehe auch Druckschrift DE 198 11 982 A1 i. V. m. DE 40 28 315 A1).

[0004] Der Swinger 21 der Ultraschallwandereinrichtung 20 ist eine dünne, beidseitig leitfähig beschichtete Scheibe aus einer Piezokeramik. Der elektrische Anschluss des Schwingers 21 erfolgt über Kupferlitzen 22a, 22b, die mit den Kontaktsschichten 23a, 23b des Piezokeramikelements 21 verlötet sind. Nach dem Verlöten wird das Piezokeramikelement 21 auf den Boden eines Kunststofftopfes 24 geklebt, der als Anpassungskörper dient. Anschließend wird der Topf 24 mit einer Dämpfungsmasse 25 ausgefüllt, die die zur Öffnung des Topfes 24 abgestrahlte Schallenergie absorbiert. Um bei der Montage des Schallwandlers 20 die Übertragung von Körperschall zu verhindern, wird der Anpassungs-Topf 24 zuvor in eine weiche Kunststoffmasse 26 eingebettet.

[0005] In der Praxis lassen sich die Forderung bezüglich der akustischen Impedanz des Anpassungsmaterials und die Forderungen nach dessen Festigkeit und Medienbeständigkeit nicht gleichzeitig erfüllen. Ein Kompromiss ist eine Anpassungsschicht 24 aus einem Epoxydharz, das mit einem so hohen Anteil an Mikro-Glashohlkugeln versetzt ist, dass sich benachbarte Kugeln berühren. Das Kunsthärz sorgt für die Festigkeit und die Hohlkugeln senken das spezifische Gewicht und damit die akustische Impedanz des Materials.

[0006] Das Dämpfungsmaterial 25 mit dem der Anpassungstopf 24 aufgefüllt wird, besteht aus einem Kunststoff, der mit Korundteilchen vermischt ist, die durch Reibung Schallenergie abbauen. Die Vergussmasse 26 zur Entkopplung des Körperschalls ist ebenfalls ein Kunststoff.

[0007] Die Montage des oben beschriebenen Ultraschallwandlers 20 erfolgt wegen der komplexen Arbeitsvorgänge weitgehend von Hand. Als besonders nachteilig hervorzuheben ist dabei das Verlöten der Anschlusslitzen 22a, 22b mit den Kontaktflächen 23a, 23b des Piezokeramikelements 21. Nachteilig ist auch, dass der Anpassungstopf 24 eine Vertiefung 27 aufweisen muss, die eine 28a der Lötstellen 28a, 28b aufnimmt. Bei der Montage muss das Piezokeramikelement 21 entsprechend ausgerichtet werden.

[0008] Auch die Handhabung der bedrahteten Keramikplättchen 21 ist problematisch, weil sie bereits bei geringer Biegebelastung der Anschlusslitzen 22a, 22b einreißen oder durchbrechen. Schäden am Keramikelement 21, die bei der Sichtprüfung nicht auffallen, können erst bei der elektrischen Prüfung am Ende der Montage eines Wandlers 20 erkannt werden.

[0009] Die Schallwandler 20 werden überwiegend als Sende-/Empfangseinheit betrieben. Die Quellenimpedanz des Piezokeramikelements 21 ist sehr hoch, so dass die nachgeschaltete Verstärkerstufe eine hohe Eingangsimpedanz haben muss. Dies macht die Eingangsstufe des Empfängers empfindlich gegen die Einkopplung elektrischer Störfelder. Um dies zu verhindern, wird der Schallwandler 20 in der Regel mit einer geeigneten Abschirmung umgeben (z. B. Abschirmblech).

## Lösung und Vorteile der Erfindung

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung mit dem kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs sind die Kunststoffe, die den piezokeramischen Swinger umgeben, elektrisch leitend und werden direkt zur Kontaktierung des Piezokeramikelements genutzt. Das Material des Anpassungstopfes, die Dämpfungsmasse und die Masse zur Entkopplung des Körperschalls (Entkopplungsmasse) werden durch den Zusatz leitfähiger Partikel niederohmig gemacht, und dienen als elektrische Anschlüsse.

[0011] Um das Material des Anpassungskörpers leitend zu machen, werden die Mikro-Glashohlkugeln metallisiert, bevor sie mit dem Kunsthärz vermischt werden. Je mehr Kugeln in dem Gemisch sich berühren, desto mehr Strompfade ergeben sich und desto weiter sinkt der spezifische Widerstand des Materials.

[0012] Das Dämpfungsmaterial und das Material zur Entkopplung des Körperschalls werden durch die Zugabe von Leitfähigkeitsruß (mit großer Oberfläche und hoher Dibutylphthalat-Adsorption) elektrisch leitend gemacht.

[0013] Auch bei hohen Konzentrationen leitfähiger Partikel bleibt der spezifische Widerstand elektrisch leitender Kunststoffe wesentlich größer als der von Metall. Bei der erfindungsgemäßen Kontaktierung des Piezokeramikelements über leitende Kunststoffe erhöht sich folglich der ohmsche Widerstand der Zuleitung. Praktische Versuche mit einem konventionellen Ultraschallwandler haben jedoch gezeigt, dass sich ein Längswiderstand von circa  $200 \Omega$  in der Zuleitung nur geringfügig auf die Signalqualität des Wandlers auswirkt.

[0014] Der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäßen Ultraschallwandler-Einrichtung besteht darin, dass das manuelle Anlöten von Anschlusslitzen an das Piezokeramikelement entfällt. Dies vereinfacht die Montage erheblich und eröffnet sogar die Möglichkeit einer automatisierbaren Fertigung der Schallwandler-Einrichtung.

[0015] Durch die direkte Verbindung des Wanderelements mit einer Leiterplatte vereinfacht sich der Anschluss zwischen dem Wandler und der nachfolgenden Elektronikschaltung, weil auch an dieser Schnittstelle das manuelle Löten entfällt.

[0016] Aufgrund des relativ geringen spezifischen Widerstandes der Materialien, die den Piezoschwinger umgeben, ergibt sich eine Schirmwirkung gegen elektrische Felder. Die leitenden Kunststoffe schirmen auch gegen hochfrequente magnetische Wechselfelder. Durch die Zugabe ferromagnetischer Partikel lässt sich die Schirmdämpfung der verwendeten Materialien weiter erhöhen. Auf ein separates Schirmblech kann verzichtet werden.

## Zeichnung

[0017] In den Zeichnungen sind zwei verschiedene Ultraschallwandler dargestellt:

[0018] Fig. 1 zeigt den Längsschnitt durch eine erfundungsgemäße Ultraschallwandlereinrichtung;

[0019] Fig. 2 zeigt den Längsschnitt durch eine Ultraschallwandlereinrichtung, wie sie aus dem Stand der Technik vorbekannt ist.

10

## Beschreibung

[0020] Das Kernstück der in Abb. 1 gezeigten erfundungsgemäßen Ultraschallwandlereinrichtung 10 ist ein scheibenförmiges Piezokeramikelement 11, das beidseitig metallische Kontaktsschichten mit Kontaktflächen 12a, 12b aufweist. Eine 12a der Kontaktflächen 12a, 12b ist auf den Boden eines topfförmigen, elektrisch leitfähigen Anpassungskörpers 13 geklebt, und zwar mit einem leitfähigen Klebstoff. Die Stärke der Anpassungsschicht 13 beträgt eine Viertel Wellenlänge ( $\lambda/4$ ) der zu verwendenden Ultraschallsignale. Die akustische Impedanz der Anpassungsschicht 13 entspricht dem geometrischen Mittel der akustischen Impedanzen des umgebenden Mediums (Luft) und der Piezokeramik. Auf die andere 12b der Kontaktflächen 12a, 12b ist eine elektrisch leitende Dämpfungsmaße 14 geklebt.

[0021] Zwischen der Wand des Anpassungstopfes 13 und der elektrisch leitenden Dämpfungsmaße 14 befindet sich eine Isolierschicht 15, zur Trennung der beiden Strompfade zu den Anschlussflächen 12a, 12b des Piezokeramikelements 11.

[0022] Zwischen dem Anpassungstopf 13 und einer Trägerplatte 16 befindet sich eine Kunststoffschicht 17 zur Entkopplung des Körperschalls, die ebenfalls aus einem leitenden Material besteht. Die Trägerplatte 16 hat metallische Kontaktflächen 18a, 18b, die mit den leitfähigen Kunststoffbauteilen 14, 17 der Ultraschallwandlereinrichtung 10 verklebt werden. Die Trägerplatte 16 ist eine Leiterplatte mit einer Schnittstelle zur nachfolgenden (nicht dargestellten) Auswertelektronik.

40

## Bezugszeichenliste

## (a) Erfindung

10 Ultraschallwandlereinrichtung 45

11 Piezokeramikelement

12a, 12b Kontaktsschicht(en), Kontaktfläche(n), Anschlussfläche(n)

13 Anpassungskörper, Anpassungsschicht, Anpassungstopf

14 Dämpfungsmaße (Kunststoffbauteil) 50

15 Isolierschicht

16 Trägerplatte (Leiterplatte)

17 Kunststoffschicht (Kunststoffbauteil), Entkopplungsschicht

18a, 18b Kontaktfläche(n) 55

## (b) Stand der Technik

20 Ultraschallwandlereinrichtung, Ultraschallwandler, Schallwandler, Wandler

21 Piezokeramikelement, Keramikplättchen, Swinger

22a, 22b Kupferlitze(n), Anschlusslitze(n) 60

23a, 23b Kontaktsschicht(en), Kontaktfläche(n)

24 Kunststofftopf, Topf, Anpassungstopf, Anpassungsschicht

25 Dämpfungsmaße, Dämpfungsmaterial

26 Kunststoffmasse, Vergussmasse

27 Vertiefung

28a, 28b Lötstelle(n) 65

## Patentansprüche

1. Ultraschallwandlereinrichtung (10) mit einem scheibenförmigen Piezokeramikelement (11), das auf seiner Oberseite mit einem  $\lambda/4$ -Anpassungskörper (13) und das auf seiner Unterseite mit einer Dämpfungsmaße (14) und einer Entkopplungsschicht (17) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Anpassungskörper (13) und/oder die Dämpfungsmaße (14) und die Entkopplungsschicht (17) aus einem elektrisch leitenden Kunststoff besteht.

2. Ultraschallwandlereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anpassungskörper (13) aus metallisierten Mikro-Glaskugeln besteht, die mit Kunstharz vermischt sind.

3. Ultraschallwandlereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsmaße (14) und die Entkopplungsschicht (17) durch Zugabe von Leitfähigkeitsruß elektrisch leitend gemacht sind.

4. Ultraschallwandlereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der  $\lambda/4$ -Anpassungskörper (13) topfförmig ausgebildet ist.

5. Ultraschallwandlereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen der zylindrischen Innenwand des topfförmigen Anpassungskörpers (13) einerseits und Piezokeramikelement (21) und Dämpfungsmaße (14) andererseits eine Isolierschicht (15) befindet.

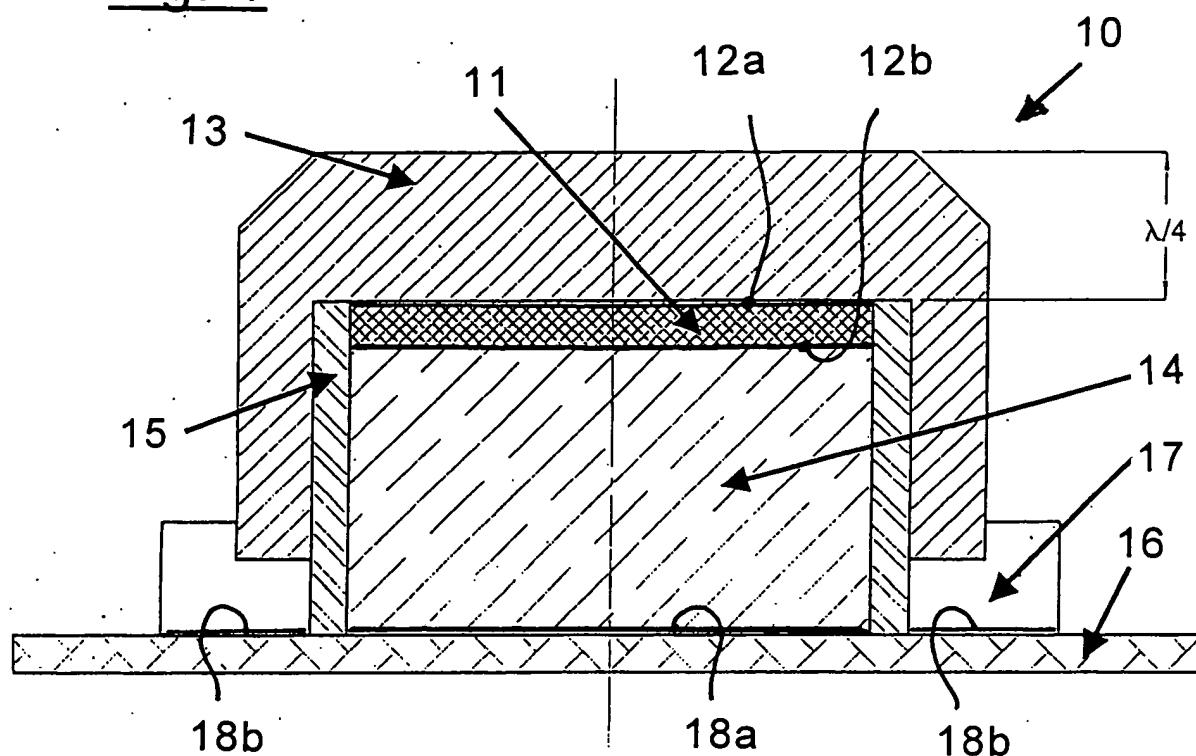
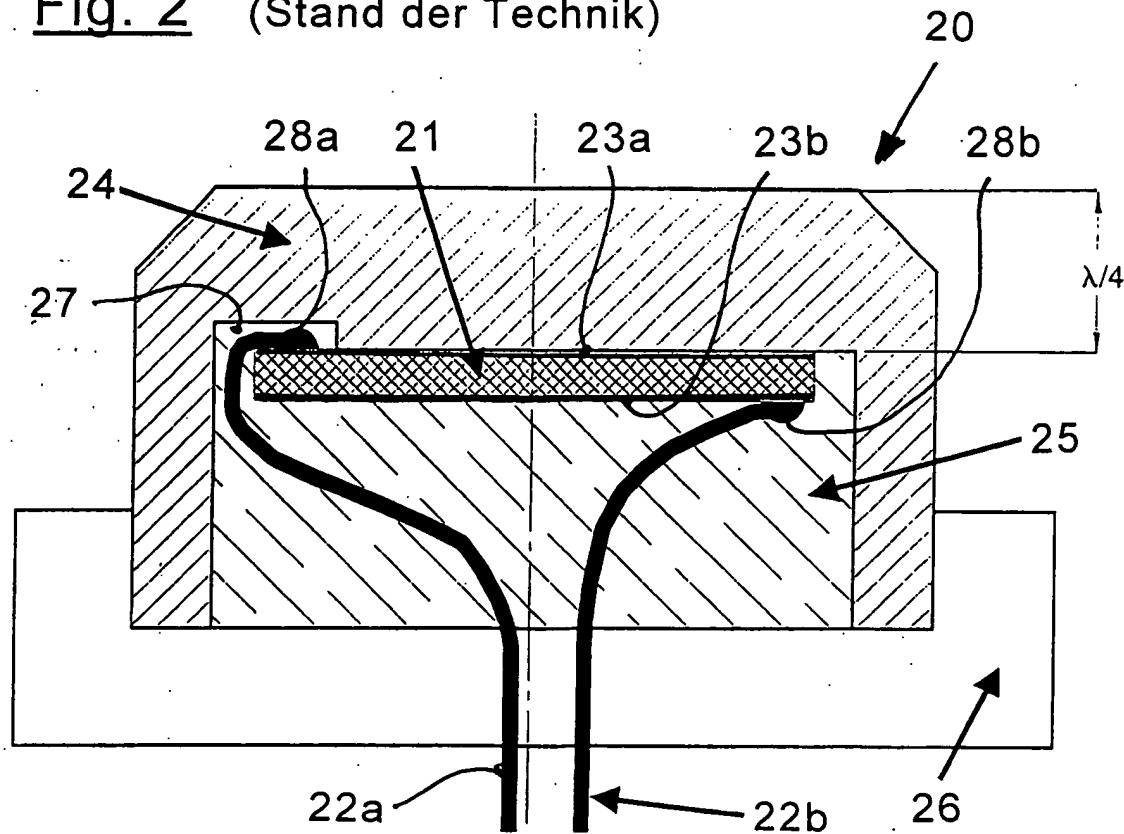
6. Ultraschallwandlereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Zugabe ferromagnetischer Partikel in die elektrisch leitfähigen Kunststoffbauteile (14, 17), die das Piezokeramikelement (11) umgeben.

7. Ultraschallwandlereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch eine Trägerplatte (16) mit metallischen Kontaktflächen (18a, 18b), auf die die leitfähigen Kunststoffbauteile (14, 17) mit leitfähigem Klebstoff geklebt sind.

8. Ultraschallwandlereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerplatte (16) eine Leiterplatte ist mit Schnittstelle zu einer nachfolgenden Auswertelektronik.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1Fig. 2 (Stand der Technik)

AVAILABLE COPY